Beiträge zur Kenntnis der Cynipidenlarven.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

Von

Otto Bullrich
aus Teupitz.

Tag der Promotion: 26. November 1913.

Referenten: Prof. Dr. F. E. Schulze
Prof. Dr. Branca.

Mit Genehmigung der hohen Fakultät gelangt hier die Dissertation ohne Abbildungen zum Abdruck. Die Arbeit mit Tafeln wird in einer wissenschaftlichen Zeitschrift erscheinen.

Hermann Blanke's Buchdruckerei, Berlin C. 54,
Kleine Rosenthalerstrasse 9.

Meinen Eltern.

Einleitung.

A. Historisches.

Ueber die biologisch so interessante Familie der Cynipiden finden wir eine sehr umfangreiche Literatur vor. Diese beschäftigt sich grösstenteils mit der Systematik und Biologie der Imagines und mit der Frage: Wie und wodurch entstehen die Gallen, die von den Larven bewohnt werden? Mit den Larven selbst befassen sich nur wenige Autoren.

Erwähnt werden die Larven zuerst im Jahre 1686 von Malpighi (19). Kurze Beschreibungen der Larven finden wir bei Réaumur (23), Christ (6), Bouché (3), Ratzeburg (21, 22), Giraud (11), Reinhard (24), Beyerinck (2), Cameron (5), Kerner von Marilaun (20), Kessler (16), Riedel (26), Eckstein (10) und Kieffer (7, 17).

Keine dieser Arbeiten behandelt jedoch die Anatomie und Histologie der Larven. Erst 1902 hat Berlese (1) die Veränderungen untersucht, die bei der Metamorphose der Cynipiden eintreten. Er hat dabei auch eine kurze Beschreibung von Darm und Fettkörper der Larve gegeben.

1904 bearbeitete Rössig (27) die Secretions- und Excretionsorgane, sowie den Enddarm der Cynipidenlarven, um daraus Anhaltspunkte zur Klärung der Frage: „Von welchen Organen der Gallwespenlarven geht der Reiz zur Bildung der Pflanzengalle aus?“ zu gewinnen.

Die vorliegende Arbeit wurde mit der Absicht unternommen, die Frage zu entscheiden, ob die Cynipidenlarven sich häuten oder nicht. Es wurden bisher nämlich noch niemals Häutungen festgestellt, ja Beyerinck spricht den Cynipidenlarven sogar die Fähigkeit, sich zu häuten, ab. Ferner habe ich den Darmkanal der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) eingehend bearbeitet. Zur Kenntnis der äusseren Morphologie und des Tracheensystems konnte ich einige Ergänzungen geben.

Ferner beschäftigte ich mich im Laufe dieser Untersuchungen mit den Pericardial-Zellen der Cynipidenlarven, die hier ausserordentlich gross und etwas abweichend gebaut sind.

Da mir aber Injektions- sowie Fütterungsversuche mit Ammoniak-Karmin misslangen, will ich auf diese Zellen hier noch nicht eingehen.

Diese Arbeit wurde im Zoologischen Institut der Universität Berlin ausgeführt. Ich möchte nicht versäumen, Herrn Geh. Regierungsrat Professor Dr. F. E. Schulze auch an dieser Stelle für die Ueberlassung eines Arbeitsplatzes und der zahlreichen Hilfsmittel des Instituts meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für den jederzeit erteilten Rat bin ich auch Herrn Professor Dr. Deegener zu grossem Dank verpflichtet. Ferner danke ich auch dem zweiten Assistenten des Instituts Herrn Dr. P. Schulze für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat.

B. Material und Methode.

Meine in dieser Arbeit niedergelegten Untersuchungen erstrecken sich vornehmlich auf die Larven von Andricus foecundatrix (Hart.), Trigonaspis megaptera (Panz.), ag. Gen. und Dryophanta quercusfolii (L.) ag. Gen. Es wurden jedoch auch Larven

anderer Arten gesammelt und besonders bei den Untersuchungen über die Häutung mit herangezogen. Deshalb lasse ich eine Tabelle aller von mir gesammelten Gallen mit Fundorts- und Zeitangabe folgen:

1. Andricus foecundatrix (Hart.).
   Grunewald, Finkenkrug, Spandau, Johannisthaler Forst (Berlin). 28. Juli bis 19. Oktober. Häufig.
2. Cynips kollari kollari Hart.
   Grunewald, Bot. Garten (Dahlem). 29. Juli bis 17. September. An beiden Fundorten sehr häufig, besonders aber im botanischen Garten, wo manche Eichenstämmchen fast vollkommen von den Gallen bedeckt waren.
3. Aulax papaveris (Perris).
   Auf Feldern und Wegrändern in der Gegend von Britz (bei Berlin), Umgegend von Kloster Chorin und Eberswalde. Juni bis Juli. Nicht selten.
4. Aulacidea hieracii (L.).
   Umgegend von Kloster Chorin. 7. Juni. An einigen Stellen häufig.
5. Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen.
   Johannisthaler Forst, Grunewald, Finkenkrug, Spandau. Ende Juli bis Anfang September. Sehr häufig. Vom 7. September an fand ich bereits Puppen. Häufig wurden Inquilinen oder Schmarotzer in den Gallen gefunden.
6. Neuroterus numismalis (Fourc.) ag. Gen.
   Finkenkrug. Anfang Septemder bis Anfang Oktober. Diese Larven waren zum grössten Teil von Parasiten angestochen.
7. Neuroterus quercus-baccarum quercus-baccarum (L.) ag. Gen.
   Finkenkrug. September sehr häufig. Meist von Schmarotzern heimgesucht.

8. Andricus albopunctatus (Schlechtd.).
   Tegel und Finkenkrug. Anfang Mai. Diese Art habe ich nicht sehr häufig gefunden. In Tegel häufiger als in Finkenkrug. Ich fand sie nur auf niederem Eichengestrüpp oder kleinen Eichenstämmchen.
9. Trigonaspis megaptera (Panz.) ag. Gen.
   Finkenkrug und Eisenach. Anfang Oktober.

Bestimmt wurden Gallen nach Riedel (26) und nach Dalla Torre und Kieffer (7).

Zu makroskopisch-morphologischen Zwecken und anfänglich auch zur Untersuchung der Häutungen wurden die Larven lebend beobachtet, nachdem sie aus ihren Gallen herauspräpariert waren. Das Herauspräparieren gestaltete sich bei sehr kleinen Gallen wie Neuroterus numismalis (Fourc.) ag. Gen. und Trigonaspis megaptera (Panz.) ag. Gen. recht schwierig. Es gelang meist nur so, dass ich mit einem scharfen Messer von oben einen Schnitt senkrecht zur Larvenkammer führte. Da die Larvenkammer in beiden Gallen an deren Basis liegt, war in den meisten Fällen die Larvenkammer noch nicht angeschnitten und die Larve noch unversehrt. Jetzt wurde die Galle mit zwei Nadeln auseinander gerissen. Meist konnte ich auf diese Weise die Larvenkammer öffnen, ohne die sehr kleinen und zarten Larven zu verletzen. Diese konnten jetzt mit einem feinen Pinsel entfernt und weiter verarbeitet werden.

Zu histologischen und feineren morphologischen Untersuchungen wurden Schnittserien von 4 bis 15 μ angefertigt.

Zur Fixierung dienten drei verschiedene Gemische:

1. Die Carnoy'sche Fixierungsflüssigkeit (6 Vol. Alcohol abs., 3 Vol. Chloroform, 1 Vol. Essigsäure).

Die Fixierungsdauer betrug je nach der Grösse der Larven 3—7 Minuten. Aeltere Larven wurden

meist angestochen, nachdem sie etwa 2 Minuten in der Fixierungsflüssigkeit gelegen hatten. Oder die Larven wurden durch heisses Wasser (einige Sekunden) abgetötet, angestochen und dann mit Carnoy nachfixiert. Will man ganze Gallen mit Carnoy fixieren, so empfiehlt es sich, vorher kurze Zeit (10 Sekunden) mit Alcohol abs. zu kochen. Dieses Gemisch lieferte in den meisten Fällen vorzügliche Resultate.

2. Gilsons Gemisch, Modifikation nach Petrunkewitsch. (Aqua dest. 150 ccm, Alcohol abs. 100 ccm, Acid. acet. glac. 45 ccm, Acid. nitric. pur. 5 ccm, Sublimat. corros. bis zur Sättigung.)

Dieses Gemisch konnte nur heiss angewendet werden, da es ziemlich langsam eindringt. Aeltere Larven wurden auch hier meist angestochen. Die Larven blieben je nach der Grösse 1 bis 3 Stunden in der Fixierungsflüssigkeit. Nachbehandlung mit Jod-Alcohol. Auch dieses Gemisch hat sich gut bewährt.

3. Fixierungsflüssigkeit nach van Leeuven. (Pikrinsäure 1%ig in Alcohol abs. 6 Vol., Chloroform 1 Vol., Formol 40%ig 1 Vol., Eisessig 0,5 Vol.)

Die Dauer der Einwirkung betrug hier 3—4 Stunden. Die Resultate, die ich mit diesem Gemisch erzielte, sind nicht mehr so günstig wie die der beiden vorigen Gemische, da das Chromatin der Kerne sich oft zusammenballte. Vermutlich dringt dies Gemisch zu langsam ein. Sehr lästig ist auch das Auswaschen der Pikrinsäure mit Alcohol (93%ig), das sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

Aufbewahrt wurde das Material meist in Alcohol (93%ig).

Als Intermedien zum Einbetten in Paraffin benutzte ich Chloroform, Xylol oder Cedernholzöl. Die besten Resultate lieferte Chloroform, doch hatte die-

ses den Nachteil, dass die Larven selbst nach 24 Stunden in dieser Flüssigkeit noch nicht untersanken. Sie wurden deshalb mit einem Kupferdrahtnetz untergetaucht.

Die Schnitte wurden meist in sagittaler Richtung angefertigt, da dies die einzige Richtung war, in der die Tiere sich genau orientieren liessen. Die Larven sind nämlich stets stark eingekrümmt. Transversal- und Frontal-Schnitte konnten einigermassen genau nur durch die rostrale oder caudale Körperpartie angefertigt werden.

Die Schnitte wurden stets erst auf dem Objektträger gefärbt. Zur Kernfärbung benutzte ich Haematoxylin nach Grenacher oder Ehrlich, teilweise auch nach Heidenhain, nachdem die Schnitte vorher mit Eisenalaun gebeizt waren. Meist wurde dann mit der Gieson'schen Lösung nachgefärbt.

Bei Färbungsangaben bedeutet (P.) Pikrinsäure, (H.) Haematoxylin und (S.) Säurefuchsin.

Die angegebenen Masse wurden als Durchschnittswerte von mehreren Messungen festgestellt. Um die Länge der stark eingekrümmten Larven zu ermitteln, haben Berlese und Rössig die Entfernung der Mundöffnung vom Anus in gerader Linie gemessen. Diese Methode liefert natürlich keine genauen Resultate, da die Einkrümmung der Larve nicht immer gleich stark ist. Ich habe daher Längenmessungen nur auf Sagittalschnitten genau in der Medianebene des Körpers ausgeführt. Es wurden von einem Punkt des Mitteldarmes, der etwa dem Schnittpunkt der Längsachsen des rostralen und caudalen Körperteils entsprach, die Entfernungen zum rostralen und caudalen Körperpol gemessen und addiert. Die so gefundenen Resultate waren genau genug, um verwertet werden zu können.

In der Nomenklatur bin ich Dalla Torre und Kieffer (Tierreich) gefolgt.

I. Das Cuticularskelet der Larve von Andricus foecundatrix (Hart).

Die eingehendste Darstellung des Cuticularskelets von Cynipidenlarven finden wir bei Kieffer (17). Da Kieffer auch eine Literaturübersicht gibt, kann ich darauf verzichten, einen genaueren geschichtlichen Ueberblick zu geben.

Zunächst stellt Kieffer (gegen Beyerinck (2) und neuerdings gegen Rössig (27)) fest, dass die Larven ausser einem Kopfabschnitt aus 12 Segmenten bestehen. Dies Resultat stimmt mit dem von mir bei Andricus foecundatrix (Hart.) gefundenen überein.

Ferner stellt Kieffer fest: „Chaque segment est munie supérieurement d'une rangée transversale de quatre papilles et inférieurement, de chaque côté, d'une rangée transversale de trois papilles, ce qui porte donc le nombre total de celles d'un segment à dix."

Nach der beigegebenen Figur zu schliessen, hat Kieffer diese Beobachtung bei Andricus Sieboldi Hart. gemacht. Bei Andricus foecundatrix (Hart.) habe ich selbst auf Schnittserien niemals Papillen finden können.

Ferner schreibt Kieffer: „L'on remarque que, sur le dos des segments, la partie basale de chacun d'eux ressort en forme de bourrelet transversal." Diese „bourrelets" habe ich auch gefunden, jedoch nicht immer. Ich glaube, dass sie keine ständigen Bildungen darstellen, sondern nur durch Kontraktionszustände der Körpermuskulatur hervorgerufen werden.

Auch die Cuticula des Kopfabschnittes ist genau von Kieffer beschrieben worden. Ich kann deshalb auf seine Darstellung verweisen und will nur für die Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) einige Ergänzungen geben.

Betrachten wir den Kopf der Larve von vorn, so fallen uns zunächst die beiden relativ grossen Mandibeln auf, die, wie es auch Kieffer für andere Cynipi-

den beschrieben hat, eine dreieckige („triangulaire") Form besitzen. Man erkennt ebenfalls 3 Zähnchen, von denen der am weitesten ventral gelegene der grösste, der am weitesten dorsal gelegene der kleinste ist. Man kann an den Mandibeln, die bei der ausgewachsenen Larve eine Länge von 140 μ haben, zwei differente Partien unterscheiden. Der bezahnte, proximal gelegene apikale Teil ist von brauner Farbe und scheint sehr fest zu sein. Der basale, distal gelegene Teil besteht hauptsächllich aus einer dorsalen und ventralen farblosen Chitinverdickung, die zu Gelenkflächen am Stützskelet ziehen. Der Stützapparat besteht ebenfalls nur aus leistenförmigen Chitinverdickungen der Cuticula. Sie bilden einen Bogen, der sich ventrad öffnet und dann an den Seiten des Kopfes caudad zieht, um sich in das Tentorium fortzusetzen. Dieser Bogen hat an seiner konkaven Medialseite jederseits zwei Hökker, die die Gelenkflächen für die basalen Mandibel-Aeste tragen. Der ganze Bogen besteht aus farblosem Chitin. Nur die Gelenkfläche, wie auch die Mandibeln in der Nähe der Gelenkflächen sind von brauner Farbe. In dem am weitesten dorsal gelegenen Teil des Bogens sehen wir eine ovale Partie, die wesentlich dünneres Chitin aufweist. Hier inseriert das erste Paar der dorsalen Musculi dilatatores.

Das schon erwähnte Tentorium stellt ein Chitinrohr dar, das am Ende des Kopfabschnittes diesen vollkommen in transversaler Richtung durchsetzt. Es ist im Querschnitt unregelmässig oval. Die Stärke schwankt zwischen 30 und 48 μ, Man kann deutlich zwei differente Schichten erkennen. Der Matrixschicht liegt eine dünne, basophile (H.) an, über die eine starke, acidophile (P.) gelagert ist. In der acidophilen Schicht kann man eine deutliche ringförmige Schichtung erkennen.

Der Bau der Chitincuticula einer völlig ausgewachsenen Larve ist im wesentlichen in allen Körper-

teilen gleich. Man unterscheidet meist recht deutlich drei Schichten. Eine äussere acidophile (P.), eine mittlere basophile (H.) und eine dem Epithel anliegende, sich heller als die mittlere färbende basophile (H.) Schicht. Diese drei Schichten sind jedoch nicht an allen Stellen des Körpers gleichmässig entwickelt. Ueberall dort, wo infolge der Funktion eine starke Festigkeit nötig ist, wie bei den Mandibeln, den Verdickungsleisten am Kopf und dem grössten Teil der Stigmen, ist eine sehr starke acidophile Schicht ausgebildet. An allen anderen Körperpartien überwiegen die basophilen Schichten.

Merkwürdig ist es, dass man bei jungen Larven die äussere acidophile Schicht nur an den eben erwähnten Stellen, die einer stärkeren Festigkeit bedürfen, antrifft. Besonders auffallend ist dies bei Larven von Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. Hier tritt diese Färbungsdifferenz gleichzeitig mit einer Verstärkung der Cuticula auf. Bei der jungen 1,6 bis 2 mm langen Larve beträgt die Dicke des Chitins nur etwa 1,3 μ, während sie bei der alten, sich nicht mehr häutenden 2,6 mm langen Larve 5,3 bis 6,7 μ beträgt.

II. Das Tracheensystem der Larve von Andricus foecundatrix (Hart).

Die eingehendste Untersuchung des Tracheensystems der Cynipidenlarven führte Reinhard (24) aus. Seine Beobachtungen erstrecken sich hauptsächlich auf Aulacidea hieracii (L.). Die Hauttracheenstämme bilden ein „Oval“, das vom 1. bis 10. Segment reicht. Dieses Oval entsteht so, dass am Ende des Kopfsegmentes ein Tracheenstamm quer (in transversaler Richtung) durch den Körper zieht, jederseits aber caudad umbiegt und sich im 10. Segment wieder durch einen ähnlichen Querstamm wie im rostralen Körperende vereinigt. Die Längsstämme zeigen 9 „Knotenpunkte“,

die immer zwischen zwei Segmenten liegen (1/2, 2/3 u.s.f. 9/10). Von diesen Knotenpunkten gehen Tracheenäste zu den Stigmen, die etwas caudad im folgenden Segment liegen. Im 3. und 4. Segment sollen die Stigmen fehlen, doch sind die Tracheenäste wie in den anderen Segmenten ausgebildet. Sie sollen hier nur blind enden.

Bei Andricus foecundatrix (Hart.) hat Reinhard nur 5 Stigmenpaare festgestellt, welche nahe dem Vorderende des 2., 5., 6., 7. und 9. Segmentes sich befinden.

Diese Angaben von Reinhard stehen in Widerspruch mit denen von Schenck, Beyerinck, Ratzeburg und Kieffer, die 9 Paar Stigmen zählten.

Ich habe daher das Tracheensystem von Andricus foecundatrix (Hart.) auf Schnittserien untersucht.

Meine Befunde decken sich ungefähr mit denen von Reinhard. Auch bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) zieht im 1. Segment ein weiter Tracheenstamm in transversaler Richtung durch den Körper und biegt jederseits caudad um. Im 10. Segment vereinigen sich beide Längsstämme wieder durch einen transversal ziehenden Tracheenstamm, wie im 1. Segment.

Stigmen fand ich im 2., 3., 4., 5., 6., 7., 9. und 11. Segment. Die Stigmen des 2. bis 9. Segmentes waren durch Tracheenäste mit den Längsstämmen verbunden, wie dies Reinhard angibt. Das Stigma des 11. Segmentes verbindet sich mit einem Ausläufer des Längsstammes, wie dies Reinhard für das bei der Puppe neu entstehende Stigma beschrieben hat.

Wir haben also bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) 8 Stigmenpaare, die jedoch nicht gleich gebaut sind. Die 5 Stigmen des 2., 5., 6., 7. und 9. Segmentes sind sehr weit. Ihr Chitin ist relativ dick und besitzt eine starke äussere acidophile (P.) Schicht. Die drei Stigmen des 3., 4. und 11. Seg-

mentes sind ausserordentlich klein und schwer nachzuweisen.

Vergleichen wir diese Befunde mit denen Reinhards, so erkennen wir, dass unsere Angaben sich für die Stigmen des 2., 5., 6., 7. und 9. Segmentes decken. Dagegen hat Reinhard die 3 kleinen Stigmen des 3., 4. und 11. Segmentes nicht gefunden.

Dies kann seinen Grund entweder in der Schwierigkeit des Nachweises haben, oder Reinhard hat jüngere Larven untersucht, die vielleicht nur 5 Stigmenpaare haben. Ich habe nur Larven untersucht, die sich nicht mehr häuten. Es wäre möglich, dass jüngere Larven in der Tat nur 5 Stigmen besitzen und erst bei der letzten Larvenhäutung 8 Stigmen erhalten.

III. Die Häutungen der Cynipidenlarven.

Schon Réaumur (23) hebt hervor, dass die Larvenkammern der Cynipidengallen ausserordentlich sauber sind. Er zieht daraus den berechtigten Schluss, dass die Larven keine Excremente von sich geben. „Il suit de là que ces vers ne jettent point, ou jettent très peu d'excrémens“ (2).

Beyerinck hat dieselben Beobachtungen gemacht, schliesst aber weiter daraus, dass die Tiere sich während ihrer ganzen Larvenperiode niemals häuten. „Merkwürdig ist es, dass die Larven während ihrer ganzen Entwicklung sich niemals häuten und keine Auswurfsstoffe von sich geben; beides geschieht zum ersten Male beim Uebergang in den Nymphenzustand, nachdem das Tier also vorher die Kammerwandung verspeist hat und von den schützenden Geweben berührt wird, welche nicht rein gehalten zu werden brauchen“.

Ausser bei Beyerinck habe ich noch bei Kieffer (17) eine Angabe hierüber gefunden, die sich aber auf Beyerinck bezieht. Auch Riedel (26) gibt an, dass bei Cynipidenlarven niemals eine Häutung stattfindet. Of-

fenbar referiert aber auch er nur die Angaben Beyerincks.

Henneguy (14) erwähnt in seinem Werk „Les Insectes“ in dem Kapitel über die Häutungen die Cynipiden nicht. Die Ansicht Beyerincks scheint ihm also unbekannt gewesen zu sein.

Aus den Worten Beyerincks kann man schliessen, dass er nur deshalb den Larven der Cynipiden die Fähigkeit, sich zu häuten, abspricht, weil er niemals in der Larvenkammer die abgeworfene Haut gefunden hat.

Meine Untersuchungen erstreckten sich deshalb zunächst auf die Nachprüfung dieser Befunde. Ich sammelte zu diesem Zweck eine möglichst grosse Anzahl von Gallen unserer häufigsten Arten, besonders Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. und Cynips kollari kollari Hart., schnitt die Gallen auf und beobachtete die Wandungen der Larvenkammern und die Larven selbst. Die angegebenen Gallen eignen sich zu diesem Zweck besonders gut, weil sie eine relativ grosse Larvenkammer besitzen.

Trotz eifrigsten Suchens konnte ich niemals in den geöffneten Gallen irgend welche Chitinreste finden.

Dann versuchte ich die Larven lebend zu beobachten. Dazu benutzte ich die Larven von Trigonaspis megaptera (Panz.) ag Gen. Diese präparierte ich aus den Gallen heraus und bewahrte sie in Glasgefässen auf, die zur Erzielung der nötigen Feuchtigkeit in Blechgefässen mit feuchtem Fliesspapier untergebracht wurden. Bei diesen Larven konnte ich jedoch auch keine Häutung beobachten. Bei einer Larve, die 6 Tage und 2½ Stunden aus der Galle herauspräpariert war, bemerkte ich allerdings am rostralen Körperende eine bräunliche, scheibenförmige Masse. Unter dem Mikroskop zeigte diese aber eine grosse Aehnlichkeit mit dem Inhalt des Mitteldarmes, den sie wohl unter den anormalen Verhältnissen von sich gegeben hatte.

Auf keinen Fall konnte ich diese Masse mit Chitin identifizieren.

Wenn auch diese Untersuchungen Beyerinck Recht zu geben schienen, so widersprachen dem doch die Befunde auf Schnittserien, die ich durch eine grosse Zahl von Larven verschiedenen Alters anfertigte.

Zwei Gründe sind es, die bei Insekten eine Häutung nötig machen. Erstens kommt die Umgestaltung des äusseren und inneren Cuticularskeletes in Betracht. Ob diese Fragen für die Cynipidenlarven von Bedeutung ist, kann ich nicht entscheiden. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, dass zwar das Chitin sich etwas in seiner Färbbarkeit ändert, doch könnte dies wohl auch ohne ein Abwerfen der Cuticula eintreten. Möglich wäre eine Veränderung des Tracheensystems, wie ich es auch im vorigen Kapitel angedeutet habe.

Die zweite Veranlassung zur Häutung, die wohl bei allen Insekten von Bedeutung ist, ist das Wachstum der Larven. Die Chitincuticula der Insekten pflegt im allgemeinen so wenig dehnbar zu sein, dass sie dem Wachstum der Tiere ein unüberwindliches Hindernis in den Weg legt. Die Cuticula wird deshalb in gewissen Zeitabständen abgeworfen. In der Zeit, in der die neue Cuticula von den Matrixzellen gebildet wird, kann die Larve sich mehr oder weniger stark ausdehnen.

Die Cynipidenlarven weisen aber, oft in relativ kurzer Zeit, ein enormes Wachstum auf. Ich will einige Zahlen geben, die ich bei den Larven von Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. feststellen konnte. Am 9. August von mir gesammelte Larven hatten eine Länge von etwa 1,4 mm. Am 22. August gesammelte Larven hatten aber schon eine Grösse von 2,7 mm. Also hatten die Larven in nur 13 Tagen beinahe die doppelte Länge erreicht!

Wenn wir also diese gewaltige Grössenzunahme ohne eine Häutung erklären wollten, so müsste die Cuticula in sehr hohem Masse dehnbar sein.

Deshalb richtete ich mein Augenmerk zunächst auf die Cuticula. Diese ist nun in allen Teilen des Körpers, sowohl was ihre Stärke als auch ihren Bau anbetrifft, nicht gleichmässig entwickelt, wie ich schon im ersten Kapitel gezeigt habe.

Nach den dort angeführten Resultaten kann man der Cuticula der 12 Körpersegmente allerdings eine gewisse, vielleicht sogar sehr grosse Dehnungsfähigkeit, nicht absprechen. Das Chitin des Kopfes, besonders einige Verdickungsleisten, die Mandibeln, das Stützskelet der Mandibeln und das Tentorium sind aber relativ so dick und fest gebaut, dass für diese Teile eine Dehnungsfähigkeit gar nicht in Betracht kommt. Ich war also nach diesen Befunden davon überzeugt, dass eine Häutung stattfinden müsste.

Ich stellte deshalb zunächst eine grosse Zahl von Schnittserien durch Larven von Dryophanta quercus folii (L.) ag. Gen. her, die mir in mehreren Altersstufen zur Verfügung standen. Es gelang mir auch nach vielem Suchen an Larven, die ich am 9. und 14. August gesammelt hatte, eine Reihe von Beobachtungen zu machen, die mit voller Sicherheit auf Häutungen schliessen lassen.

Zunächst war die Cuticula bei allen in Frage kommenden Larven an den meisten Körperstellen, auch Vorder- und Enddarm, von ihren Matrixzellen mehr oder weniger abgehoben. Auf den Epithelzellen, die sich nicht geändert hatten, konnte ich eine neu sich bildende, in viele Falten gelegte Cuticula erkennen. Diese färbt sich in allen Körperteilen anfangs nur basophil (H.) und ist sehr fein, so dass sie oft sehr schwer nachzuweisen ist.

Am deutlichsten war der Häutungsprozess an den grossen Tracheenstämmen zu erkennen. Das sich neubildende Chitin ist hier schon relativ stark. In dem

schon erweiterten Lumen sieht man die abgeworfene Chitinspirale, die am Stigma noch mit der alten Cuticula in Verbindung steht. Wenn der Häutungsprozess weiter fortschreitet, so wird die abgeworfene Chitinspirale immer undeutlicher. Man gewahrt schliesslich im Lumen der Tracheen nur eine strukturlose Masse, die aber immer noch starke Färbbarkeit mit Haematoxylin zeigt.

Fast alle Larven von Dryophanta quercus folii (L.) ag. Gen., bei denen ich eine Häutung konstatieren konnte, hatten eine Länge von 1,4 mm. Da sie am 9. resp. 14. August gesammelt wurden, nehme ich an, dass sie dieselbe Entwicklungsstufe repräsentieren. Eine einzige sich häutende Larve hatte eine Länge von 2 mm. Diese wurde am 22. August fixiert. Vielleicht waren dies die beiden letzten Larvenhäutungen.

Dann bliebe aber die relativ starke Grössenzunahme (0,6 mm) zwischen den beiden Häutungen zu erklären. Zunächst wird wohl die neu gebildete Cuticula längere Zeit dehnbar bleiben und so Raum für das Wachstum geben. Ferner haben wir gesehen, dass die junge Cuticula in viele Falten gelegt ist, die sich bei der alten Larve gestreckt haben. Ferner muss man in Betracht ziehen, dass das Wachstum der Larve hauptsächlich durch das Anwachsen des Mitteldarmes und seines Inhalts und durch die Vermehrung des Fettkörpers bedingt wird. Das Wachstum wird also zum Teil auch in einer Dehnung und Streckung des hinteren Körperabschnittes beruhen. Wie wir aber gesehen haben, ist der Körper mit Ausnahme des Kopfabschnittes von sehr dünnem Chitin bekleidet das beim Wachstum bis zu einem gewissen Grade gedehnt werden kann.

Ein direkter Nachweis einer Häutung gelang mir nur noch bei Trigonaspis megaptera (Panz.) ag. Gen.

Es ist nun die Frage zu erörtern, wo das abgeworfene Chitin bleibt, da man ja niemals in den Lar-

venkammern etwas gefunden hat. Wie wir sehen werden, ist die Lösung dieser Frage sehr einfach. Das Chitin wird nämlich von der Larve aufgefressen.

Das Abwerfen der Cuticula geht wahrscheinlich nicht regelmässig vor sich. Es ist anzunehmen, dass die alte Haut durch das Wachstum der Larve gesprengt wird. Wenigstens weist ein Präparat (Schnittserie) von Trigonaspis megaptera (L.) ag. Gen. darauf hin. Die Larve ist mit einer frischen, noch relativ stark gefalteten Cuticula bedeckt. Die alte Cuticula ist an fast allen Stellen des Larvenkörpers entfernt. Nur hin und wieder haftet am Larvenkörper noch ein Fetzen davon. Der grösste Teil der alten Cuticula hängt zusammengeballt an der Mundöffnung.

Wir werden uns also vorstellen müssen, dass die Larve zunächst die abgeworfenen Mandibeln und dann die anhängenden Chitinteile verschluckt. Sollten etwa Chitinteile bei der Häutung ganz abgesprengt werden, so würde die Larve diese bei der Nahrungsaufnahme mit aufnehmen. Dadurch würde es sich erklären, dass in der Larvenkammer niemals Chitinteile nachweisbar waren.

Da der Mitteldarm blind geschlossen ist, muss man das Chitin dort vorfinden können. In der Tat ist mir der Nachweis von Chitinresten besonders der charakteristischen Mandibeln im Mitteldarm gelungen. Bei folgenden Arten habe ich im Mitteldarm abgeworfene Mandibeln gefunden:

Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. Trigonaspis megaptera (Panz.) ag. Gen., Aulax papaveris (Perris), Andricus albopunctatus (Schlechtd.), Andricus foecundatrix (Hart.).

Diese Tatsache kann man natürlich auch zu einem indirekten Nachweis der Häutung verwenden. Zu diesem Zwecke habe ich fixiertes Material in nicht zu starker Kalilauge etwa 24 Stunden auf den Thermostaten (56^0) gestellt und davon dann Totalpräparate

angefertigt. Man kann dann die gelben Mandibeln im Innern des noch völlig erhaltenen Cuticularskeletes leicht erkennen. In einem solchen Präparat von Aulax papaveris (Perris) fand ich 5 Mandibeln von verschiedener Grösse und erachtete dies als einen Beweis dafür, dass mindestens 3 Häutungen stattgefunden haben müssen.

Ob das Chitin im Mitteldarm irgendwelche Umwandlungen erfährt, kann man natürlich nicht direkt nachweisen. Ich vermute dies aber, denn es müsste doch die Anzahl der aufgefundenen Mandibel-Paare stets der Zahl der Häutungen entsprechen, wenn das Chitin keine Umwandlung erleiden sollte. Dies ist aber nicht der Fall, denn ich habe bei völlig ausgewachsenen Larven von Andricus foecundatrix (Hart.) niemals abgeworfene Chitinmassen im Mitteldarm nachweisen können. Dagegen habe ich bei einer jüngeren Larve im Mitteldarm 1 Paar Mandibeln gefunden und somit erwiesen, dass bei dieser Spezies auch eine Häutung stattfinden muss.

IV. Der Darmkanal der Larve von Andricus foecundatrix (Hart).

1. Kurze anatomische Uebersicht.

Unsere bisherigen Kenntnisse vom Darm der Cynipidenlarven verdanken wir Berlese (1) und Rössig (27). Berlese hat jedoch nur einen kurzen anatomischen Ueberblick gegeben, ohne den feineren Bau, besonders die Histologie zu berücksichtigen. Er hat seine Untersuchungen bei Cynips tozae Bosc. angestellt. Auf diese Arbeit werde ich noch öfter im Lauf der Darstellung zurückkommen müssen. Rössig hat die Frage bearbeitet: „Von welchen Organen der Gallwespenlarven geht der Reiz zur Bildung der Pflanzengalle aus“, und interessiert sich nur für den Enddarm der ganz jungen Larve.

Der Darmkanal zerfällt morphologisch und histologisch in Vorder-, Mittel- und Enddarm, wie bei allen anderen Insekten.

Der Vorderdarm hat stets einen gestreckten Verlauf. Er ist relativ kurz und gliedert sich in Mundhöhle, Pharynx und Oesophagus.

Der Pharynx kennzeichnet sich durch die an seine Intima inserierenden Dilatatoren und durch seine eigenartige sichelförmige Querschnittsform. Diese „Sichel" kehrt ihre konkave Seite dorsad und ihre konvexe Seite ventrad. Die rostrale Grenze des Pharynx bezeichnet der erste dorsale musculus dilatator, die caudale der letzte ventrale musculus dilatator, die ich noch näher beschreiben werde.

Der kurze Oesophagus hat im Querschnitt die Form einer Ellipse, deren kleine Achse dorsoventral gerichtet ist. Die caudale Grenze des Oesophagus und auch des ganzen Vorderdarmes bildet der vordere Imaginalring, der in Form eines ringförmigen Epithelwulstes in das Lumen des Mitteldarmes vorspringt.

Der Mitteldarm ist wie bei allen Hymenopteren-Larven, mit Ausnahme der Tenthrediniden, blind geschlossen. Er ist bei weitem der umfangreichste Abschnitt des Darmkanals, doch variiert seine Ausdehnung stark mit dem Alter und dem Inhalt, der wieder allein vom Alter abhängig ist. Auf diesen Umstand weist Berlese ausdrücklich hin. Er schreibt, dass die junge Larve von Cynips tozae Bosc. gewaltige Nahrungsmassen in ihrem Mitteldarme aufspeichert, so dass dieser weitaus den grössten Teil des Larvenkörpers einnimmt und alle anderen Organe stark zusammendrückt. „Ora questa larve è cosi grande perché poco di lei minore è il mesenteron che strettissimo spazio periferico per gli altri organi."

Hierauf tritt nach Berlese eine Periode ein, in der die gewaltige aufgespeicherte Nahrungsmasse allmählich verdaut und resorbiert wird. In demselben

Masse wie dies geschieht, nimmt auch der Mitteldarm wieder an Umfang ab. Diese Angaben Berleses finde ich bei Andricus foecundatrix bestätigt, wenn ich ihn wenigstens so verstehen soll, dass die Tätigkeit des Mitteldarmepithels die Periode der Nahrungsaufnahme relativ lange überdauert. Da Andricus foecundatrix zu den Formen gehört, die eine lange Ruheperiode durchzumachen haben, ist es sogar ein gutes Objekt für diese Untersuchungen.

Berlese teilt jedoch weiterhin mit, dass der ganze Inhalt des Mitteldarmes allmählich vollkommen resorbiert werde, so dass ein Ausstossen der Kotmassen, die Defäkation kurz vor der Verpuppung, wie sie z. B. eingehend von Rengel (23) bei Formica, Vespa und Apis beschrieben wurde, nicht nötig ist und auch nicht stattfindet. „Anzi questo assorbimento è graduale e sembra che la larva, dalla primo grandisseme ingestioni di cibo arresti la sua voracità e si accontenti die assimilare la sostanza ingerita nei primi tempi alla vita sua, poichè la diminuzione del mesenteron è progressiva e non si unota questo subitamente all'inizio della ninfosi, come per tutti gli altri insetti si vede accadere".

Bei Andricus foecundatrix (Hart.) findet diese vollkommene Resorption sicherlich nicht statt. Man sieht nämlich bei allen älteren Larven im Mitteldarm zahlreiche Körnchen von gelber bis brauner Farbe, die wahrscheinlich die eigenartig umgeformten unverdaulichen Reste der aufgenommenen Nahrung darstellen. Sie sind von fester Konsistenz, denn sie bieten dem Mikrotommesser, wenn sie, wie bei alten Larven, in sehr grosser Zahl vorhanden sind, einen so erheblichen Widerstand, dass unter Anwendung von Mastix-Collodium geschnitten werden musste. Mit dem Alter der Larve steigt auch die Anzahl dieser Körnchen, bis schliesslich der ganze Mitteldarm nur noch von ihnen angefüllt ist. Das Lumen des Mittel-

darmes ist bei diesem Stadium im Vergleich zu dem der jüngeren Larve sehr klein. Dass die eben beschriebenen Körnchen keinen Nährkörper darstellen, schliesse ich daraus, dass man sie auch noch bei Larven findet, deren Epithel bereits stark degeneriert und nicht mehr funktionsfähig erscheint. Leider fehlen mir von Andricus foecundatrix (Hart.) der langen Larvenruhe wegen spätere Stadien, die mir gestatten würden, das Schicksal des Darminhaltes weiter zu verfolgen. Zu diesem Zwecke muss ich meine Beobachtungen bei Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. heranziehen. Diese Larve hat keine Ruheperiode durchzumachen, unterscheidet sich also in diesem Punkte wesentlich von Andricus foecundatrix (Hart.). Die Nahrung wird anscheinend auch nicht so vollkommen verarbeitet wie bei Andricus, denn man findet nicht so viele feste Bestandteile im Mitteldarm. Diese haben auch eine andere Form, auf die ich nicht näher eingehen will. Hier konnte ich beobachten, dass gegen Ende der Larvenperiode die trennende Epithelschicht zwischen Mittel- und Enddarm durchbrochen wird und der Darminhalt in den Enddarm eintritt, ähnlich wie dies Rengel für Formica-, Vespa- und Apis-Larven festgestellt hat. Hierauf muss ich später noch genauer zu sprechen kommen.

Dieselben Beobachtungen wie ich hat auch Beyerinck (2) gemacht, denn er schreibt, dass die Larven beim Uebergang in den Nymphenzustand ihre Auswurfsstoffe von sich geben. Berlese erwähnt in seiner Arbeit diese Angabe Beyerincks nicht.

Für parasitäre Hymenopteren (Doryctes gallicus) hat Seurat (29) dieselben Beobachtungen gemacht. Für eine alte Larve schreibt er: „L'estomach (Mitteldarm) a toujours la même longueur, mais son volume a diminué considerablement". „La diminution de son volume est due a ce fait que l'assimilation des materiaux a commencé". Für eine Larve, die schon einen Ko-

kon gesponnen hat, schreibt er: „Peu après qui s'accumulent au pôle anal di cocon, formant une petite masse noire".

Ebenso stark wie der Mitteldarm variiert der Enddarm mit dem Alter der Larve. Bei einer völlig ausgewachsenen Larve ist er vollkommen gestreckt, wie dies auch Berlese angibt. Die Ansatzstelle am Mitteldarm liegt genau in der Mediänebene des Körpers. Bei jungen Larven ist der Enddarm gewunden. Von der Ansatzstelle am Mitteldarm zieht er schräg caudad zur linken Körperhälfte hinüber, biegt dann in einem stumpfen Winkel dextri-caudad um und überschreitet die Medianlinie jetzt nach der rechten Körperhälfte, wenngleich nicht im selben Masse wie nach links. Hier biegt er dann nochmals um und zieht direkt zum Anus, der eine transversal gerichtete Spalte des äussersten caudalen Körperendes darstellt.

Man kann am Enddarm mehrere differente Teile unterscheiden. Berlese beschreibt als „Pylorus" die am rostralen Pol gelegene Partie, die die Malpighischen Gefässe aufnimmt. Da ich in meinen weiteren Untersuchungen zeigen werde, dass dieser Teil bei Andricus foecundatrix (Hart.) nicht zum Enddarm zu rechnen ist, stimmt auch hier diese Bezeichnung nicht. Ich werde die Bezeichnung „Polkappe", die Weissenberg (30) für den gleichen Abschnitt bei der Larve von Hemiteles fulvipes Grav. eingeführt hat, auch hier acceptieren. Da ich es nach meinen Untersuchungen zweifelhaft lassen muss, ob diese Polkappe zum Mitteldarm oder zu den Malpighischen Gefässen zu rechnen ist, werde ich sie in einem gesonderten Abschnitt besprechen.

Das rostrale Ende des Enddarms ist durch den „Imaginalring" gekennzeichnet, d. h. die Stelle, an der später die imaginalen Malpighischen Gefässe hervorsprossen werden. Der Enddarm gliedert sich in drei Teile, die ich als Dünndarm, Dickdarm und Rek-

tum bezeichnen werde, ohne jedoch damit diese Teile mit den entsprechenden anderer Insekten homologisieren zu wollen.

Der Dünndarm hat bei der ausgewachsenen Larve das kleinste Lumen, das noch durch unregelmässige, vorspringende Darmzotten verkleinert wird.

Der Dickdarm hat ein grösseres Lumen und zeichnet sich durch Längswülste aus, die durch Faltung des Epithels entstehen. Im vorderen Abschnitt sind diese Wülste sehr unregelmässig, im hinteren jedoch erkennt man deutlich vier regelmässig gebildete Längswülste, die das Darmlumen bis auf einen kreuzförmigen Spalt verengern.

Das Rektum endlich ist sehr kurz und stellt im Querschnitt eine dorso ventral zusammengedrückte Spalte dar, die der Form des Anus entspricht.

2. Vorderdarm.

A. Mundhöhle.

Die Mundhöhle wird rostral durch die beiden Mandibeln, die Ober- und Unterlippe begrenzt. Sie ist nicht sehr geräumig, denn die Unterlippe entsendet in das Lumen, das sonst einen trapezförmigen Querschnitt hätte, einen im Querschnitt buckelförmig erscheinenden Längswulst hinein. Die hintere Grenze ist durch den Ansatz des vordersten Dilatator des Pharynx gekennzeichnet. Die ganze Länge der Mundhöhle beträgt bei der ausgewachsenen Larve, von der Oberlippe bis zum vordersten Dilatator gemessen, durchschnittlich 130 μ. Das Epithel der Mundhöhle ist nicht besonders differenziert; es besteht aus niedrigen, etwa kubischen Zellen mit zentral gelegenem Kern. An ihrer apikalen Fläche bilden die Zellen eine Cuticula, die sich im ganzen Umfange basophil (H.) färbt. Man kann zwei Schichten unterscheiden, von denen die den Zellen anliegende sich heller färbt, als die, welche das Lumen begrenzt.

B. Pharynx.

Der Pharynx ist besonders durch seine eigenartige Muskulatur charakterisiert. Diese will ich deshalb zunächst besprechen. Wie wir schon gesehen haben, hat der Pharynx im Querschnitt die Form einer Sichel, deren konkave Seite dorsad gerichtet ist. Im Grunde der dadurch gebildeten Höhlung setzen 3 Paar Dilatatoren an. Alle drei durchsetzen das Epithel und verbinden sich mit der Intima des Pharynx, indem ihre Muskelfibrillen, wie man deutlich erkennen kann, in diese eindringen. Vom rostralen Körperende gerechnet das erste Paar der musculi dilatatores setzt sich oberhalb der Oberlippe an die äussere Cuticula des Kopfabschnittes an. Die Cuticula zeigt an der Ansatzstelle keine besondere Verdickung, jedoch rostral und caudal von der Ansatzstelle ziehen in transversaler Richtung je eine Verdickungsleiste entlang, von denen die oral gelegene 35 μ, die caudal gelegene 15 μ stark ist, während die Dicke der Ansatzstelle nur 7 μ beträgt.

Die hinteren Dilatatoren setzen an den dorsalen Teil der Kopf-Cuticula an, die dort eine Stärke von 15—35 μ aufweist. Zu diesen drei dorsalen in der Grube der Sichel ansetzenden Paaren von Dilatatoren, kommt noch ein viertes Paar, das zwischen dem zweiten und dritten, eben beschriebenen Dilatatoren ansetzt. Die Insertionsstelle liegt aber nicht in der Mitte, sondern seitlich an den aufsteigenden Schenkeln der Sichel, umgreift diese sogar etwas nach aussen.

Zu diesen vier Paaren dorsaler Dilatatoren kommt noch ein unpaarer ventraler Dilatator, der an das quer durch den Kopfabschnitt ziehende Tentorium ansetzt.

Als Antagonisten dieser Dilatatoren wirken Muskelzüge, die in zwei Lagen übereinander in transversaler Richtung die beiden aufsteigenden Aeste der „Si-

chel“ überbrücken. Sie stellen wahrscheinlich die umgewandelte Ringmuskulatur dar, die nur auf der dorsalen Seite erhalten ist. Ventral von dieser dorsalen Ringmuskulatur erblicken wir noch einen Längsmuskelstamm.

Zur Histologie der Muskulatur des ganzen Larvenkörpers, mit Ausnahme des Mitteldarmes, möchte ich noch bemerken, dass überall die Muskelkerne auffallend gross sind. Auch das Plasma der Muskelzellen ist in grossem Umfange erhalten.

Das Epithel des Pharynx ist ventral und dorsal recht verschieden. Ventral, also auf der konvexen Seite der „Sichel“ ist es sehr flach. Die durchschnittliche Höhe der Zellen beträgt nur 5—7 μ. Zellgrenzen sind fast immer erkennbar. Die Kerne sind eiförmig und richten ihre grösste Achse parallel zur Zelloberfläche. Ihre Längsachse ist durchschnittlich 5 μ lang.

Diese dünne Epithelschicht bildet eine relativ starke Chitinintima. Diese erreicht eine Stärke von 6 μ. Man kann deutlich zwei verschieden färbbare Schichten erkennen. Den Epithelzellen liegt eine basophile (H.) Schicht von 1,2 μ Stärke an, während die dem Lumen zugekehrte Schicht acidophil (P.) ist und eine Dicke von 4,8 μ hat. Das Epithel der dorsalen Partie des Pharynx besteht nur aus wenigen grossen Zellen, meist nur 2—3 auf einem Querschnitt, die den von der kräftigen Muskulatur freigelassenen Raum ausfüllen. Im ersten Augenblick möchte man diese Zellen für Muskelzellen halten, denen sie besonders ihrer Grösse wegen ausserordentlich ähnlich sehen. Ihre Gestalt ist äusserst unregelmässig, was wohl besonders durch die zwischen ihnen durchsetzende Dilatator-Muskulatur bedingt ist. Ihre Grösse schwankt zwischen 20 und 30 μ. Die Kerne sind bläschenförmig; ihr Durchmesser schwankt zwischen 12 und 15 μ. Die Epithelzellen scheiden eine Chitinintima ab, die von der der ventralen Partie wesentlich verschieden ist. Zunächst färbt

sich die ganze Intima basophil (H.), und zwar der dem Lumen zugekehrte Teil, ein schmaler Saum, viel dunkler als der andere den Zellen zugekehrte. Ersterer erscheint auch viel fester gefügt zu sein, denn man kann keine Strukturen mehr erkennen, wogegen der dem Epithel anliegende Teil viele parallele Lamellen zu erkennen gibt. Die Höhe der ganzen dorsalen Intima beträgt an ihrer höchsten Stelle (medial) 12 μ, wovon 2 μ auf den erwähnten dunklen Saum entfallen. Nach der Seite wird die Intima allmählich niedriger, bis sie an der Stelle, wo sie in die ventrale übergeht, nur noch den dunklen Saum erkennen lässt und auch nur noch 2 μ hoch ist.

Vergegenwärtigen wir uns nun einmal aus der Lage der Muskulatur und der Struktur der Chitinintima die Tätigkeit des Pharynx. Ich habe den Pharynx in einem Zustande beschrieben, in dem die Ringmuskeln kontrahiert, die Dilatatoren dagegen erschlafft sind. Bei der Kontraktion der Dilatatoren wird sich das bisher sichelförmige Querschnittsbild in ein ovales bis kreisförmiges verwandeln; denn die Dilatatoren werden die ganze dorsale Pharynxwand, die bisher ventrad konvex gebogen war, mit sich dorsad ziehen. Die ventrale Pharynxwand dagegen wird unverändert bleiben. Darauf weist auch schon die starke, acidophile ventrale Intima hin.

Das caudale Ende des Pharynx wird hier nicht durch eine Ringmuskulatur verschlossen, die überhaupt dem ganzen Vorderdarm fehlt. Den caudalen Verschluss bewirkt ein Muskelstrang, der den Pharynx auf der dorsalen Seite umgreift und sich jederseits an das Tentorium anheftet. Bei der Kontraktion wird er also den Pharynx ventrad ziehen und dadurch verschliessen.

Diesem Sphinkter am caudalen Ende des Pharynx wirken zwei Paar musculi dilatatores entgegen,

die kurz rostral von ihm an der Darmwand inserieren. Das ventrale Paar zieht in schräger Richtung zum Tentorium etwa parallel mit der Sphinkter-Muskulatur. Das dorsale Muskelpaar zieht ebenfalls in schräger Richtung zur dorsalen Kopfcuticula.

Der Pharynx wirkt also wie eine Saugpumpe. Diese pumpenförmigen Bewegungen kann man leicht bei der Larve beobachten, die eigentlich kaum andere Bewegungen ausführt. Rössig (27) beschreibt dies genau. Er denkt sich die Nahrungsaufnahme so, dass die Larve zunächst die Kiefer in die Zellen des Nährgewebes einbohrt und dann diese, die Ober- und Unterlippe als Widerlager benutzend, durch die Rückwärtsbewegung abreisst. Wirksamer als diese Rückwärtsbewegung der kleinen Chitinmandibeln dürfte aber wohl die saugende Tätigkeit des Pharynx sein.

Vergleichen wir diese Befunde mit denen von Karawaiew (15) bei der Larve von Lasius flavus (Fabr.), so ergeben sich grosse Unterschiede. Der Querschnitt des Pharynx ist dort x-förmig. Ferner ist eine ausgedehnte Ringmuskulatur vorhanden. Ein Tentorium scheint zu fehlen, denn Karawaiew schreibt, dass die Muskelfasern, welche in radialer Richtung die Ringmuskelschicht durchdringen, sich an die äussere Chitincuticula des Körpers befestigen.

Dagegen hat Krüger (18) für den Pharynx der Imago von Claviger testaceus Preissel fast dieselben Verhältnisse festgestellt, wie ich für die Larve von Andricus.

Ebenso beschreibt Harms (13) für die Larve von Ctenocephalus canis Curtis einen ähnlichen Bau des Pharynx.

C. Oesophagus.

Der Oesophagus bietet naturgemäss ein ganz anderes Bild als der Pharynx. Im Querschnitt zeigt er eine ovale Form. Das Epithel ist ventral von einer

durchschnittlichen Höhe von 9 μ. Dorsal ist es in der Medianlinie am höchsten, denn seine Höhe beträgt dort etwa 19 μ, während es nach den Seiten zu bis auf eine Höhe von 5 μ, abfällt. Die Zellgrenzen sind meist deutlich zu erkennen. Die chromatinreichen Kerne sind in der Regel dem apikalen Zellpole etwas genähert. Sie sind eiförmig und haben eine grösste Länge von 7—8 μ. Ihre Längsachse ist meist der Zelloberfläche parallel gerichtet. An ihrem apikalen Ende bilden die Zellen eine äusserst feine, etwa 0,1 μ dicke Chitinintima, die sich nur basophil (H.) färbt. An der Zellbasis erkennt man eine Basalmembran, in dem rostralen Abschnitt des Oesophagus jedoch nur schwer. Das Epithel des Oesophagus gewinnt analwärts allmählich an Höhe, bis es am Uebergang in den Mitteldarm eine Höhe von 30 μ erreicht hat.

In den Mitteldarm stülpt sich das Epithel des Vorderdarmes in Form eines Ringwulstes, des vorderen Imaginalringes, vor. An seiner apikalen Oberfläche ist dieser Wulst von einer ebenso feinen Chitinintima bekleidet wie der Oesophagus. Er besteht aus kleinen durch gegenseitigen Druck abgeplatteten Zellen, die bei jungen Larven, wie ich bei Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. konstatieren konnte, öfter in mitotischer Teilung angetroffen wurden. Sie dienen wahrscheinlich zum Wachstum und zur Regeneration des Vorderdarmepithels. Hierin stimmen also meine Beobachtungen mit den Befunden bei anderen Insekten überein.

Karawaiew hat für die Larve von Lasius flavus (Fabr.) auch eine Ringfalte beschrieben, die in den Mitteldarm vorspringt, nur ist sie viel länger und dünner als die bei unserer Larve. Ferner unterscheidet sich der Oesophagus-Abschnitt von dem der Larve von Lasius flavus (Fabr.) dadurch, dass bei Andricus foecundatrix (Hart.) jede Muskulatur fehlt. Karawaiew aber beschreibt eine Ringmuskulatur.

Ferner schreibt Karawaew: „Der Vorderdarm tritt in eine sehr innige Beziehung zum Herzen, indem er durch dessen Lumen eine kleine Strecke weit hindurchgeht.“ „Obschon der Vorderdarm weiterhin ganz unabhängig und in ziemlicher Entfernung von dem Herzen verläuft, bleibt er mit demselben mittels protoplasmatischer Fäden und sogar hier und da verästelter Zellen, deren feine Ausläufer untereinander netzförmig verbunden sind, in Zusammenhang“. Diese innige Beziehung des Herzens zum Oesophagus konnte ich bei Anthrenus fasciatus (Larve) nicht feststellen. Das Herz zieht allerdings sehr dicht auf der dorsalen Wand des Oesophagus entlang, um sich erst am caudalen Ende des Pharynx, durch die starke Muskulatur gezwungen, vom Darmkanal zu entfernen und zwischen den dorsalen Dilatatoren zu verstreichen. Doch durch das Herzlumen zieht hier der Vorderdarm nicht hindurch. Am rostralen Ende des Oesophagus verbreitert sich allerdings das Herz derart, dass es nach rechts und links Ausläufer abgibt, die zu eigenartigen, mehrkernigen Zellen führen. Diese Zellen sind wahrscheinlich Pericardialzellen, auf die ich noch zurückkommen werde. Ich habe aber nicht beobachten können, dass diese Ausläufer sich ventral vom Oesophagus zusammenschliessen.

3. Mitteldarm.

Wie ich schon in der kurzen Uebersicht beschrieben habe, endet der Mitteldarm mit dem After der Larve seine Gestalt, da er blind geschlossen und seine Form somit von der Masse des Darminhaltes abhängig ist. Aber nicht nur die äussere Form des Darmes, sondern auch die Gestalt des Epithels ist einigermassen abhängig davon. Wenn der Mitteldarm fast den ganzen Larvenkörper erfüllt, sind die Zellen durch die Spannung mehr oder weniger platt und langgestreckt. Nimmt der Darminhalt mit dem Alter der

Larve allmählich wieder ab, so werden auch die Epithelzellen wieder höher. Es scheint also die grosse Ausdehnung des Mitteldarmes, wenigstens teilweise, auf die Dehnung des Epithels zurückzuführen zu sein.

Ich gehe nun zur Beschreibung des Darmepithels einer fast ausgewachsenen Larve über. Das Darmlumen ist vollständig von Speisebrei erfüllt; es haben sich schon zahlreiche Kotkügelchen in diesem Stadium gebildet.

Das Epithel ist durchaus homomorph. Die Zellen sind nur von verschiedener Höhe, wahrscheinlich abhängig vom Funktionszustande. Meist sind die Zellen der oralen Partie etwas höher, möglich, dass ein stärkerer Druck im caudalen Abschnitt dazu beiträgt. In der rostralen Partie des Mitteldarmes, an den vorderen Imaginalring anschliessend, findet sich ein Epithelwulst, der nur auf der Dorsalseite in transversaler Richtung hinzieht. Er hebt sich umsomehr ab, als an der Grenze von Vorder- und Mitteldarm beide Epithelien fast bis auf die Basalmembran herabsinken. Es entsteht so zwischen beiden Epithelwulsten ein schmaler tiefer Spalt. Ventral fehlt dieser Epithelwulst. Die Höhe des dorsalen Zellwalles beträgt an seiner höchsten Stelle, d. h. genau in der Medianebene des Tieres durchschnittlich 80 μ. Die Zellen, die ihn aufbauen, haben eine keilförmige Gestalt, die wahrscheinlich durch den gegenseitigen Druck bedingt ist. An ihrer Basis sind sie ausserordentlich schmal, während ihr apikaler Pol stark verbreitert ist und sogar kuppelförmig in das Darmlumen vorspringt. Im allgemeinen ist die Hauptachse dieser Zellen nicht senkrecht zur Basalmembran gestellt, sondern bildet mit ihr in caudaler Richtung einen mehr oder weniger spitzen Winkel. Dieselbe Richtung nimmt auch die Längsachse (13—17 μ) der meist ovoiden Kerne ein. Die grossen Kerne sind sehr chromatinreich. Die Chromatinbrokken werden relativ gross (bis 1,5 μ) und sind gleich-

mässig verteilt. Daneben kommen in den Kernen auch noch sehr grosse Körnchen (bis zu 4 μ) vor, die sich wie das Chromatin basophil (H.) färben. Sie stellen wohl Nucleolen dar.

Im Plasma kann man mit mehr oder weniger Deutlichkeit sich rötlichviolett färbende Fäden erkennen, die normalerweise von der Basis zur apikalen Fläche der Zelle ziehen. Doch werden sie in ihrem Verlauf meist von Vacuolen gestört, die sich in grosser Anzahl besonders am apikalen Pol der Zelle vorfinden. Sind zahlreiche Vacuolen vorhanden, so kann das Plasma fast ein netzförmig bis schaumiges Gepräge tragen. Begrenzt werden die Zellen gegen das Lumen, wie alle Zellen des Mitteldarmes, von einem niedrigen acidophilen (P.) Stäbchensaum. Im Plasma, an der Basis der Stäbchen, erblickt man eine dunkle (H.) Linie, die man durch starke Vergrösserung in eine Körnchenreihe auflösen kann. An der Basis sind die Zellen von einer sehr dünnen, kaum wahrnehmbaren Basalmembran begrenzt. Regenerationskerne habe ich in diesem Darmabschnitt niemals wahrnehmen können.

Vielleicht (?) entspricht der eben beschriebene, sehr kleine Darmabschnitt dem „Proventriculus“ der Larve von Lasius flavus (Fabr.), wie ihn Karawaiew beschrieben hat. Er versteht unter Proventriculus den rostralen verjüngten Abschnitt des Mitteldarmes. Uebereinstimmung besteht im Fehlen der Regenerationskerne, in der Zellform und der Richtung der Hauptachsen der Zellen. Jedoch wäre es zur Klärung dieser Frage nötig, das Schicksal dieses Darmabschnittes während der Metamorphose zu verfolgen. Dies war mir leider nicht möglich.

Verlassen wir nun diesen dorsalen Zellwulst und gehen zur Besprechung des Mitteldarmepithels selbst über. Die Höhe der Epithelzellen schwankt zwischen 20 und 70 μ, die Grösse der Kerne zwischen 12 und

48 μ, also bedeutend. Die Form ausgenommen, gleichen die Zellen sehr denen des dorsalen Epithelwulstes. Es sind flache polygonale Zellen, die bisweilen kuppelförmig in das Darmlumen vorragen. Die Basalkörnchen des Stäbchensaumes konnte ich bei einer Larve, deren Zellen schon anfingen zu degenerieren, in eine doppelte Reihe auflösen, wie dies Deegener bei Deilephila euphorbiae (L.) festgestellt hat. Die Zellen können reicher mit Vacuolen angefüllt sein, die sich in allen Teilen des Plasmas finden können. Alle Vacuolen halte ich für Nährvacuolen, da sie stets leer sind. In manchen Zellen können sie auch fast fehlen. Letztere sind stets niedriger und haben einen ungehöften Kern. Erstere haben meist einen gehöften Kern. Die Nucleolen der Kerne können hier noch grösser (bis 7 μ) werden.

Das Plasma der Zellen erscheint in ihrem apikalen Teil dunkler gefärbt. Dies rührt von einer Einlagerung feinster Körnchen her, die sich basophil (H.) färben. Besonders stark sind diese Körnchen in den niedrigen, vacuolenfreien Zellen angehäuft. Vielleicht spielen diese Körnchen bei der Secretion eine Rolle. Im Mitteldarm habe ich sie allerdings nie finden können, wie dies Deegener (8) für das intercryptale Epithel des Mitteldarmes von Macrodytes circumcinctus Ahr. beschrieben hat.

Der Darminhalt färbt sich stets acidophil (P.); es müsste also mit Deegener (8) eine Umwandlung der basophilen Körnchen in acidophiles Secret angenommen werden. In geringer Anzahl sind diese Körnchen auch in den Zellen des dorsalen Epithelwulstes vorhanden.

Da ich nie ein Austreten der beschriebenen Körnchen beobachten konnte, stellen sie möglicherweise auch Nahrungspartikel dar. (?)

Eine Emission von Secretkugeln, die die Zellen als Sphaerocyten (Deegener) charakterisieren würde, habe ich nie beobachten können. In einem Fall habe ich bei Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. im rostralen Teil des Mitteldarmes ein Häufchen kleiner acidophiler (P.), homogener Kügelchen gefunden, die ganz in der Nähe des Epithels lagen. Ob es aber sich um Secret handelt, erscheint mir zweifelhaft.

Bei Trigonaspis habe ich „Hungerversuche" angestellt, die aber kein positives (?) Resultat zeitigten. Ich nahm die noch fressende Larven aus den Gallen heraus und bewahrte sie in einer feuchten Kammer auf. Dann fixierte ich sie nach verschiedenen Zeiträumen, ähnlich wie dies Deegener bei Deilephila euphorbiae (L.) (8) und Macrodytes circumcinctus Ahr. ausgeführt hat.

Bei völlig normalen Stadien, d. h. bei Tieren, die sofort nach dem Herauspräparieren fixiert wurden, haben wir etwa dasselbe Bild wie das beschriebene bei Andricus foecundatrix (Hart.): Acidophiler (P.) Darminhalt, viele Resorptionsvacuolen, basophile Körnchen am apikalen Pol der Zelle. Die Form der Zelle ist viel flacher, etwa 3—4 mal so lang wie hoch. Der Stäbchensaum ist nicht immer zu erkennen, weil er von einer dichten Masse acidophiler (P.) Körnchen überschwemmt ist, die den basophilen am apikalen Pole der Zelle an Grösse etwa gleichkommen. Oft sind die Zellen von einem dicken Saum dieser körnigen Masse bedeckt. In diesem Fall wird es oft schwer, überhaupt die Zellgrenzen festzustellen. In den Stadien, die nur wenige Stunden gehungert hatten, machte sich gar keine Veränderung bemerkbar; und das ist ja auch erkärlich, wenn man bedenkt, dass der Mitteldarm mit einer sehr reichen Nahrungsmasse gefüllt ist, die nicht so schnell verdaut werden kann.

Nach 15½ Std. tritt nur insofern eine Aenderung ein, als die Abnahme der Nahrung durch grosse Lük-

ken im Zentrum der Darmhöhle sichtbar wird. Ebenso zeigen nach 21½ Std. die Zellen noch die volle Resorptions- und Secretionstätigkeit.

Nach 48 Std. hat die Resorptionstätigkeit schon abgenommen. Die Vacuolen sind kleiner und nicht so zahlreich. Die Secretion dauert an.

Ein ganz anderes Bild bietet uns der Mitteldarm nach 8 Tagen. Die Zellen zeigen fast gar keine Vacuolen mehr, der Darminhalt färbt sich nicht mehr mit Pikrinsäure gelb, sondern mit Säurefuchsin rot-violett. Im Lumen trifft man zahlreiche Körnchen an, die sich ebenfalls mit Säurefuchsin färben. Den Zellen dicht angelagert finden sich auch kleinere, sich dunkel färbende Körnchen. Ob diese Färbung von Haematoxylin oder Säurefuchsin herrührt, ist nicht zu entscheiden.

Nach einer Hungerperiode von 28 Tagen endlich ist der Darm fast völlig leer, keine Vacuolenbildung und keine Secretionserscheinung.

Ich habe also niemals ein Austreten von grossen acidophilen Secretkügelchen beobachtet, wie dies für Sphaerocyten charakteristisch ist. Auch den Calycocyten sind diese Zellen nicht vergleichbar, da niemals im Zellplasma eine Secretvacuole gefunden wurde. Karawaiew hat bei der Larve von Lasius flavus (Fabr.) am apikalen Pol der Mitteldarmzellen ebenfalls eine dunkler färbbare Zone festgestellt. Die Frage der Resorption und Secretion hat Karawaiew nicht bearbeitet. Doch teilt er mit, dass er bei einer jungen Larve von Formica rufibarbis in den Epithelzellen bei Flemming-Fixierung Fetttropfen hat nachweisen können. „Ausserdem sehen wir eine nicht geringe Anzahl von Vacuolen, welche eine nicht gefärbte Flüssigkeit enthalten.“

Im basalen Teil vieler Epithelzellen findet man kleine Kerne, die wohl zu Regenerationszellen gehören. Diese Kerne sind von Karawaiew auch für die

Larve von Lasius flavus (Fabr.) beschrieben. Bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) habe ich nie eine Tätigkeit dieser Kerne feststellen können, weil mir Häutungsstadien fehlten. Auch bei einer Larve, bei der noch Chitinreste im Mitteldarm zu erkennen waren, konnte ich keine Veränderungen wahrnehmen, obwohl diese Larve sich erst kurze Zeit zuvor gehäutet haben musste.

Es standen mir jedoch von Dryophanta quercusfolii (L.) ag. Gen. Larven im Häutungsstadium zur Verfügung. In diesem Zustande zeigte das Epithel im allgemeinen keine Veränderung. Nur die Regenerationskerne konnte ich mehrere Male in mitotischer Teilung antreffen. Ein Ausstossen von Epithelzellen in das Lumen konnte ich nicht wahrnehmen, doch scheinen sich die Regenerationszellen zu vergrössern. Ein Einschieben von neuen Zellelementen in das alte Epithel konnte ich jedoch auch nicht beobachten.

Braun (4) schreibt für eine Tenthredinidenlarve (Arge.): „hier beobachtet man ein fortwährendes Aufwachsen der Epithelmutterzellen unabhängig von den Häutungen, Abstossung seniler Zellen findet ebenfalls nur in beschränktem Masse statt, auch deutet das Vorhandensein mehrkerniger tätiger Epithelzellen auf eine Vermehrung derselben durch Teilung hin, wenngleich hierfür der strikte Beweis nicht erbracht werden konnte.“ Demnach scheint die Epithelregeneration bei Arge verschieden von der der Cynipidenlarven zu sein.

Die Muscularis, die den Mitteldarm auf seiner distalen Fläche bedeckt, ist sehr schwach entwickelt. Dem Epithel liegt eine schwache Ringmuskulatur an, über die sich eine ebenso schwache Längsmuskulatur lagert. Mit sehr starker Vergrösserung erkennt man zwei sehr feine Membranen, die die Ringmuskulatur einsäumen, indem sie von Muskelbündel zu Muskelbündel ziehen.

4. Der Uebergang vom Mittel- zum Enddarm.

Rengel hat zum ersten Male bei Vespa germanica Fabr., Apis mellifica L. und Lasius niger (L.) darauf hingewiesen, dass Mittel- und Enddarm zwar physiologisch aber nicht histologisch getrennt sind. „Beide sind nämlich durch einen kurzen Stiel verbunden und zwar so, dass nicht nur die Muskularis vom Mitteldarm auf den Enddarm übergeht, sondern auch Membrana propria und Epithel beider in Kontinuität stehen.“ Dieser Stiel besteht aus undifferenzierten Zellen und gehört zum Mitteldarm, da Rengel dort Regenerationskerne gefunden hat. Die Zellen dieses „Stabes“, „Rohr ohne Lumen“ [nennt ihn Rengel, weichen kurz vor der Verpuppung bei der Defäkation unter dem Druck des Darminhaltes auseinander und stellen eine offene Verbindung zwischen Mittel- und Enddarm her. Ueber die Beschaffenheit des Enddarmepithels in seiner rostralen Partie zwischen der Ansatzstelle der imaginalen Malpighischen Gefässe und dem Mitteldarm äussert sich Rengel nicht näher. Aus seiner Beschreibung geht aber hervor, dass er es zum Enddarm rechnet. Ebenso rechnen diesen Darmabschnitt alle diejenigen Autoren zum Enddarm, die vor Rengel der Ansicht waren, dass Mittel- und Enddarm erst allmählich zusammenwachsen. Hierauf brauche ich nicht näher einzugehen. Ich verweise auf die Literaturangaben von Rengel (25). Karawaiew beschreibt diesen Darmabschnitt folgendermassen: „Die an den Mitteldarm anwachsende vordere Wand des vordersten Hinterdarmabschnittes, des Dünndarmes besteht aus grossen saftigen Zellen embryonalen Charakters, welche allmählich in noch grössere Zellen der Malpighischen Gefässe übergehen.“

Rössig (27), der auch Andricus foecundatrix (Hart.) bearbeitet hat, macht über den rostralen Teil des Enddarmes keine Mitteilung.

Weissenberg (30) bezeichnet diesen rostralen Teil des Enddarmes bei Hemiteles fulvipes Grav. als Polkappe und hebt seine grosse histologische Aehnlichkeit mit den Malpighischen Gefässen hervor. „Nur die am oralen Pol gelegene Zellkappe des Enddarmes, die sich an die Wand des blind endigenden Mitteldarmes anlegt und die Einmündungen der larvalen Malpighischen Gefässe aufnimmt, hat eine wichtige Sonderstellung, insofern sie aus grossen, den Elementen der larvalen Malpighischen Gefässe ähnlichen Zellen besteht, die den Uebergang zu dem Epithel des Mitteldarmes vermitteln.“ Die Grenze „der kurzen grosszelligen Polkappe“ und des langen, kleinzelligen Enddarmschlauches bilden die Malpighischen Gefässe, „insofern unmittelbar unter der Einmündung der grosszelligen larvalen Malpighischen Gefässe höchstens durch eine ganz schmale Zone indifferenter Zellen getrennt der „Imaginalring“ folgt“.

Meine Untersuchungen bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) bestätigen die Angaben Rengels insofern, als auch hier keine histologische Trennung von Mittel- und Enddarm existiert. Sowohl die Basalmembran, wie auch die Muscularis sind nicht unterbrochen und gehen direkt vom Mitteldarm zur Polkappe über.

Zwischen Mitteldarmepithel und dem Epithel der Polkappe liegen wenige nicht differenzierte Zellen, die nicht in Form eines Stieles angeordnet sind. Auch Regenerationskerne sind hier nicht mehr zu erkennen. Die durchschnittliche Länge dieser Zellen beträgt 24 μ, ihre Breite 7—8 μ.

Diese Ansatzstelle liegt am caudalen Ende des Mitteldarmes, aber etwas ventrad verschoben. Hieran setzt sich die Polkappe in Form einer Glocke an, die ihre offene Seite, je nach dem Alter der Larve, zunächst völlig ventrad richtet und allmählich in caudale Richtung stellt.

Dieser Abschnitt nimmt von rostraler Richtung her die beiden grossen larvalen Malpighischen Gefässe auf, die sich kurz vor ihrer Einmündungsstelle zu einem gemeinsamen Stamm vereinigen. Den histologischen Aufbau der Malpighischen Gefässe hat Rössig genau beschrieben; ich kann deshalb auf seine Arbeit verweisen. Ich möchte nur hervorheben, dass die Zellen der Malpighischen Gefässe an ihrem apikalen Pole mit einem Stäbchensaum bekleidet sind, der sich acidophil (P.) färbt. Rössig hat angegeben, dass sie von einer Intima ausgekleidet wären. Da ich einerseits auch bei Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen. und bei Trigonaspis megaptera (Panz.) ag. Gen. einen Stäbchensaum gefunden habe, andererseits aber Rössig auch Andricus foecundatrix (Hart.) bearbeitet hat, möchte ich annehmen, dass Rössig die Natur des Stäbchensaumes verkannt hat. Dies liegt wohl daran, dass es oft sehr schwer ist, den Stäbchensaum zu erkennen, weil er völlig von den austretenden Excretstoffen verdeckt ist. Es ist mir aber auch gelungen, bei jungen Larven (Dryophanta quercus-folii) den Stäbchensaum nachzuweisen.

Das Epithel der Polkappe besteht bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) aus grossen Zellen, deren Höhe zwischen 30 und 40 μ schwankt. Das Plasma macht einen ritikulären Eindruck und färbt sich schwach mit Säurefuchsin. In der Intensität des Farbtones steht es zwischen dem des Mitteldarmepithels und dem der Zellen der Malpighischen Gefässe. Vacuolen, wie in den Zellen des Mitteldarmes und der Malpighischen Gefässe sind nicht vorhanden. Die Kerne sind chromatinreich und eiförmig. Ihre grosse Achse ist durchschnittlich 23 μ, ihre kleinste Achse 12 μ lang. Sie sind weit kleiner als die Kerne der Malpighischen Gefässe und etwa ebenso gross wie die der Mitteldarmzellen. Eine Basalmembran ist vorhanden, aber oft ebenso schwer

zu erkennen, wie die des Mitteldarmepithels und der Malpighischen Gefässe.

An ihrem apikalen Pole sind die Zellen der Polkappe von einem Stäbchensaum begrenzt, der eine Höhe von 1,5—2 μ erreicht. Eine Reihe von Basalkörnchen ist vorhanden, ob diese aber doppelt ist, konnte ich nicht mit voller Sicherheit entscheiden. In einem Fall glaubte ich eine doppelte Reihe erkennen zu können, aber nur mit stärkster Vergrösserung und auch dann nicht so deutlich wie beim Mitteldarm.

Die caudale Grenze des Polkappenschnittes stellen hier nicht die larvalen Malpighischen Gefässe dar, sondern der „Imaginalring", d. h. eine ringförmige Zellanhäufung, aus der später die imaginalen Malpighischen Gefässe hervorsprossen werden. Die Grenze ist hier ausserordentlich scharf, denn die Zellen der Polkappe sind ja bedeutend höher als die des Imaginalringes.

Es ist jetzt die Frage zu erörtern, zu welchem Organteil ist die Polkappe morphologisch zu rechnen? Es bleiben drei Möglichkeiten: 1. Zum Enddarm, 2. zu den Malpighischen Gefässen, 3. zum Mitteldarm.

Wir haben gesehen, dass Karawaiew (Lasius flavus), Rengel (Vespa, Apis, Lasius niger) und Berlese (Cynips tozae) die Polkappe zum Enddarm rechnen Das wäre überall dort berechtigt, wo eine echte Intima entwickelt ist, die für den Enddarm der Insekten charakteristisch ist. Doch bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) ist ein Stäbchensaum entwickelt. Ein Stäbchensaum kommt aber nur an den Stellen des Insekten-Enddarmes vor, die eine secretorische Funktion besitzen. Ich verweise z. B. auf die Arbeit von Mc. Dunnough (9) über Chrysopa perla. Ich konnte aber niemals, auch bei jüngeren Larven, eine secretorische Tätigkeit der Zellen wahrnehmen.

Folglich ist diese Möglichkeit für die Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) sicherlich nicht zuzugeben.

Die zweite Möglichkeit, dass die Polkappe zu den Malpighischen Gefässen gehört, hat zunächst viel für sich. Der Stäbchensaum ist bei beiden Epithelien vorhanden. Die Frage, ob eine oder zwei Reihen von Basalkörnchen hier wie dort vorhanden sind, muss ich ausser Acht lassen, da ihr Nachweis sehr schwierig ist und nicht mit voller Sicherheit gelingt. Die Zellen von Polkappe und Malpighischen Gefässen sind schon in ihrer Grösse ausserordentlich verschieden. Die Zellen der Malpighischen Gefässe sind bedeutend grösser.

Man könnte diesen auffallenden Dimorphismus der Zellen durch die Funktionslosigkeit der Polkappen-Zellen erklären. Während die grossen Zellen allein excretorisch tätig sind, müssten diese nur als Ausführgang zum Ueberleiten der Excrete in den Enddarm dienen und entsprechend umgeformt sein.

Sehr schwer zu erklären bleibt aber der Umstand, dass die Malpighischen Gefässe, falls die Polkappe zu ihnen gehört, den Mitteldarm und Enddarm völlig voneinander trennen. Es müsste bei der Defäkation der Larve kurz vor der Verpuppung der Inhalt des Mitteldarmes nach dem Durchbruch der trennenden Epithelschichten zunächst in einen Teil der Malpighischen Gefässe, die Polkappe nämlich, eintreten, um in den Enddarm gelangen zu können. Wie ich schon hervorhob, fehlt mir leider bei der Larve von Andricus foecundatrix (Hart.) dieses Stadium der Defäkation.

Es liegt mir überhaupt nur einmal dieses Stadium bei einer Larve von Dryophanta quercus-folii (L.) vor. Die Verhältnisse liegen im wesentlichen hier genau so, wie bei der Andricus-Larve. Auf dem Präparat sieht man, dass der Darminhalt die trennende Epithelschicht durchbrochen hat und bereits

in die rostrale Partie des Dünndarmes eingedrungen ist, den er stark erweitert hat. Ich spreche absichtlich von einem Durchbrechen der Epithelschicht, weil dieses Präparat fast ein Bild der Zerstörung bietet. Man sieht nämlich an der Durchbruchstelle Epithelfetzen frei in das Darmlumen hineinhängen. Getrübt wird das Bild durch die starke Degeneration des Mitteldarmepithels, von dem bereits Zellen in das Darmlumen abgestossen sind.

Auch die Zellen der Malpighischen Gefässe sind bereits stark degeneriert. Diese münden ventral in den Darm. Einige Zellen der früheren Polkappe scheinen einen Mündungshals zu bilden. Nur in der Nähe der Malpighischen Gefässe sind die Zellen der früheren Polkappe noch zu erkennen. Die Zellen der dorsalen Partie der Polkappe lassen sich vom Mitteldarmepithel nicht unterscheiden. Vielleicht bilden sie zum Teil die erwähnten Epithelfetzen, die in das Darmlumen hineinragen.

Betrachten wir ein etwas jüngeres Stadium einer Larve von Dryophanta quercus-folii (L.) ag. Gen., bei der die Kommunikationen zwischen Mittel- und Enddarm noch nicht hergestellt ist. Die Polkappe hat bereits ihre Form etwas geändert. Sie hat sich besonders ventrad sehr gestreckt und bildet dort einen Mündungshals für die larvalen Malpighischen Gefässe. Die dorsale Partie der Polkappe, die jetzt kleiner erscheint, ist noch deutlich nachweisbar und tritt in keine Beziehungen zu den Malpighischen Gefässen.

Gehen wir nun zu einem jungen Puppenstadium über, so sehen wir, dass bereits eine Defäkation stattgefunden haben muss, denn es ist keine Spur von den larvalen Speiseresten mehr vorhanden. Man sieht im Mitteldarm nur die Zellen des abgestossenen larvalen Epithels, das einem viel niedrigeren Platz gemacht hat.

Die Malpighischen Gefässe degenerieren an Ort und Stelle, wie dies Rössig, gegen Berlese, gezeigt hat. Rössig hat nur einmal eine Zelle der larvalen Malpighischen Gefässe im Darmlumen gefunden. Ich habe niemals eine solche finden können.

Das Epithel der Polkappe wird ebenfalls bei der Metamorphose abgestossen und findet sich im Darmlumen. Karawaiew schreibt aber: „Der End- und Dünndarm der Lasius-Larve, mit Ausschluss der vordersten Wand des letzteren gehen allmählich in die entsprechenden Darmabschnitte der Imago über.“ Dies ist wieder ein Beweis gegen die Zugehörigkeit der Polkappe zum Enddarm. Ferner schreibt er: „Die larvalen Malpighischen Gefässe, sowohl wie die vordere grosszellige Wand des Hinterdarmes, aus welcher sie hervorgehen, unterliegen einer allmählichen Degeneration.“

Aus diesen Bildern kann man wenigstens soviel schliessen, dass tatsächlich ein Uebertritt des Darminhaltes in die Polkappe stattfindet. Ich habe wenigstens nicht beobachten können, dass das Polkappenepithel vor der Defäkation abgeworfen wird und eine Vereinigung des Mitteldarmepithels mit dem Enddarmepithel stattfindet. Es bleibt nur möglich, dass Defäkation, Abwerfen des Polkappenepithels und Vereinigung von Mittel- und Enddarm gleichzeitig stattfindet. Dies trifft aber sicherlich nicht zu für die ventrale Partie der Polkappe, die die Malpighischen Gefässe aufnimmt, wie ich oben schon beschrieben habe. Man konnte auf dem Defäkationsstadium den ventralen Teil der Polkappe noch erkennen. Beim dorsalen Teil kann ich diese Frage nicht entscheiden; aber nur dieser kommt in Betracht, wenn wir die Frage lösen wollen, ob die Polkappe zu den Malpighischen Gefässen gehört oder nicht.

Die dritte Deutungsmöglichkeit ist die, dass das Epithel der Polkappe noch zum Mitteldarm zu rechnen ist. Beide Epithelien haben einen Stäbchensaum.

Das Plasma beider Zellarten unterscheidet sich dadurch, dass die Zellen des Mitteldarmes, wie wir gesehen haben, reich mit Vacuolen durchsetzt sind und im apikalen Pole basophile Körnchen eingelagert enthalten, während bei den Zellen der Polkappe beides fehlt. Weissenberg (29) schreibt für die Larve von Hemiteles fulvipes Grav.: „Die Epithelzellen des Mitteldarmes sind meist dicht mit Fettropfen erfüllt und ihr Plasma ist darum auf Haematoxylinpräparaten von hellen Vacuolen durchsetzt. Die Zellen der Polkappe färben sich dagegen ebenso wie die der Malpighischen Gefässe im Plasma gleichmässig intensiv mit Haematoxylin.“ Ich habe die Dreifachfärbung Haematoxylin-van Gieson angewendet. Hierbei färbt sich das Plasma ähnlich, wie das der Mitteldarmzellen. Dagegen färben sich die Malpighischen Gefässe dunkler. In der Struktur gleicht das Plasma eher den Malpighischen Gefässen.

Das Fehlen der Vacuolen könnte man leicht erklären, da sie im Mitteldarm Resorptionsvacuolen sind. Die Polkappe ist jedoch vom Lumen des Mitteldarmes getrennt. Ihre Zellen sind daher gar nicht in der Lage, resorbierend tätig zu sein.

Gehört die Polkappe zum Mitteldarm, so muss man ferner den Schluss ziehen, dass die Malpighischen Gefässe in den Mitteldarm münden, während sie sonst ja in den Enddarm münden. Da jedoch Hartwig (12) bei der Larve von Pyrochroa coccinea L. einwandsfrei festgestellt hat, dass dort die Malpighischen Gefässe in den Mitteldarm einmünden, so kann man hieran keinen Anstoss mehr nehmen.

Weit schwieriger ist das Fehlen von Regenerationskernen, die typisch für das Mitteldarmepithel sind, zu erklären. Man müsste, um dies verständlich zu machen, an den „Proventriculus“ (Promesenteron) der Larve von Lasius flavus (Fabr.) erinnern, wie ihn Karawaiew beschrieben hat. Hier fehlen die Re-

generationskerne, weil dieser Darmabschnitt bei der Metamorphose nicht erneuert wird, sondern verloren geht. Man müsste dasselbe für die Polkappe annehmen.

Wir sehen also, dass die Annahme, die die Polkappe zum Mitteldarm rechnet, zum mindesten recht zweifelhaft erscheint. Ich habe die Absicht, in einer späteren Arbeit den Darmkanal der Cynipiden während der Metamorphose zu behandeln; hoffentlich gelingt es mir dabei, diese Frage zu klären.

5. Der Enddarm.

A. Der Dünndarm.

Der Dünndarm beginnt, wie wir schon gesehen haben, mit dem hinteren „Imaginalring". Das Stadium, das ich beschreiben werde, lässt von diesem noch nicht viel erkennen. Wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, öffnet die glockenförmige Polkappe sich ventrad. Der Dünndarm setzt nun hier mit gleicher Breite an, biegt aber sofort, sich trichterförmig verjüngend, caudad um und zieht direkt in der Medianebene des Körpers caudad. Die ganze Länge dieses Dünndarmabschnittes beträgt etwa 430 μ. Im Querschnitt erscheint sein Lumen länglich-oval und wird stark durch unregelmässig angeordnete Epithelerhebungen eingeschränkt.

Das Epithel ist sehr niedrig, denn es beträgt durchschnittlich 2,5—3,5 μ. Die Kerne sind sehr chromatinreich und besitzen eine ovoide Form. Ihre längste Achse beträgt etwa 6—7 μ, ihre kleinste 2,7 μ.

Die Epithelerhebungen sind verschieden stark ausgebildet, je nachdem sie nur von einer oder mehreren Zellen gebildet werden. Ihre Grösse schwankt zwischen 8 und 20 μ. Gegen das Lumen wird das Epithel von einer sehr feinen, basophilen Intima begrenzt. Eine Basalmembran war nicht nachzuweisen.

Die Muskulatur ist völlig anders gestaltet als beim Mitteldarm. Die Längsmuskulatur liegt hier dem Epithel an, während die stärkere Ringmuskulatur (7 μ dick) erst distal von dieser gelegen ist. Im Verhältnis zur Mitteldarmmuskulatur muss man beide als ausserordentlich kräftig bezeichnen. Dieses Bild bietet uns der Dünndarm einer völlig ausgewachsenen Larve.

Bei jüngeren Larven ist der Dünndarm nicht ganz gestreckt. Er wendet sich von der median liegenden Ansatzstelle nach der linken Körperpartie. Auch das Lumen, wie das des ganzen Enddarmes ist viel weiter. Rössig weist darauf hin, dass man ihn deshalb als „Harnblase" bezeichnen könnte, da ihm keine anderen Funktionen obliegen. Bei diesen jüngeren Stadien sind vor allen Dingen die Epithelerhebungen nicht so stark entwickelt; bisweilen sind sie überhaupt nicht zu erkennen.

Vielleicht hängt die Gestalt mit der Tätigkeit der Malpighischen Gefässe zusammen. Ist die excretorische Tätigkeit ausgiebig, so erweitern die ausgestossenen Excretstoffe das Darmlumen. Ist die excretorische Tätigkeit gering, so wird vielleich durch Kontraktion der Ringmuskulatur das Lumen wieder verengert und die Epithelerhebungen treten hervor. Dafür spricht, dass die Ringmuskulatur im Querschnitt viel schwächer erscheint. Während sie im Dünndarm 7 μ dick ist, beträgt ihre Stärke bei der jungen Larve nur 1,5 – 2,5 μ.

Mit dem Dünndarm der Larve von Lasius flavus (Fabr.) (Karawaiew) lässt sich dieser Darmabschnitt nicht vergleichen. Dort ist das Dünndarmepithel aus „einer dicken inneren Schicht hoher epithelialer Zellen" gebildet. Der von mir als Dünndarm beschriebene Darmabschnitt scheint überhaupt nicht homolog mit dem anderer Insekten zu sein.

b. Dickdarm.

Der Dickdarm hat ein grösseres Lumen als der eben beschriebene Dünndarm. Dadurch setzt er sich einigermassen von diesem scharf ab, zumal die Erweiterung des Lumens ziemlich unvermittelt erfolgt. Der Dickdarm zeichnet sich hauptsächlich durch Längswülste aus, die das Epithel bildet. Diese Längswülste sind jedoch nicht in allen Teilen des Darmes gleichmässig entwickelt. Im rostralen Abschnitt kann man in der Bildung der Epithelfalten keine grosse Regelmässigkeit erkennen. Meist unterscheidet man jedoch schon hier vier Hauptzüge, die ihrerseits auch noch eingefaltet erscheinen können, so dass sechs und mehr Wülste zu erkennen sind.

Weiter caudad treten die erwähnten vier Hauptzüge immer deutlicher hervor und zeigen schliesslich keine sekundären Faltenbildungen mehr. In diesem Darmabschnitt bilden die Epithelien, die die Längsfalten erzeugen, auf dem Querschnitt fast einen rechten Winkel, so dass das Lumen des Darmes bis auf eine kreuzförmige Spalte verdrängt wird. Noch weiter caudad verlieren sich zunächst die seitlichen, dann die dorsale und schliesslich die ventrale Falte. Die beiden letzteren sind noch papillenförmig nach hinten verlängert und ragen in das Rektum hinein. Rössig beschreibt sie als Rektalpapillen.

Auch die Epithelzellen verhalten sich in den beiden Abschnitten verschieden. Im rostralen Teil beträgt die Höhe der Zellen 22—27 μ und das Plasma ist von Vacuolen durchsetzt, die ich mir nicht zu deuten vermag. Vielleicht ist das Epithel durch die Fixierung verändert worden. Die grossen chromatinreichen Kerne sind kugel- bis eiförmig. Ihr Durchmesser beträgt etwa 18—19 μ. Gegen das Lumen sind die Epithelzellen von einer dünnen, basophilen Intima

begrenzt, während ihr basales Ende eine Basalmembran aufweist.

Umschlossen wird der Darm von einer einzigen, aber ziemlich starken Schicht von Ringmuskeln. Zwischen der Ringmuskulatur und dem Epithel finden sich in den durch die Epithelfaltung gebildeten Höhlungen nur wenige Längsmuskelfasern.

Der caudale Dickdarmabschnitt unterscheidet sich vom rostralen durch das völlige Fehlen der Vacuolen. Sonst ist er im allgemeinen genau so gebaut. Die Längsmuskulatur ist etwas stärker ausgebildet. Die Kerne machen mehr einen bläschenförmigen Eindruck und sind auch etwas kleiner ($9 \times 14\ \mu$).

Dieser Darmabschnitt unterscheidet sich von dem Dickdarm der Lasius flavus-Larve wesentlich. Dort sind zwar auch Lamellen vorhanden; diese bilden aber keine Falten, die in das Darmlumen vorspringen. Karawaiew unterscheidet grosszellige, breite Lamellen, die mit kleinzelligen schmalen Lamellen alternieren. Bei der Metamorphose gehen die grosszelligen Lamellen zugrunde und werden durch die kleinzelligen Lamellen, die in die Breite wachsen, ersetzt.

Für die Cynipidenlarven habe ich den Enddarm während der Metamorphose nicht verfolgen können. Berlese gibt keine Abstossung von Epithel im Enddarm an. Die vier Längswülste des Dickdarmes erwähnt er erst bei der „Ninfa matura“ als Rektaldrüsen. „Il postintestino è ormai molto convoluto nello stretto spazio che va dal fondo del mesenteron all'ano e, a poca distanza da questo, l'epitelio del postintestino si eleva in quattro ghiandole rettali emisferiche.“

C. Das Rektum.

Die Grenze zwischen Dickdarm und Rektum fällt ungefähr mit der Grenze zwischen dem 11. und 12. Segment zusammen. Die Längswülste sind hier schon völlig verstrichen, nur der ventrale Längswulst ragt

noch mit seiner äussersten Spitze in das Lumen dieser Grenzpartie hinein und wird auf dem Querschnitt getroffen. Das Rektum hat im Querschnitt eine spaltförmige, dorsoventral abgeplattete Form.

An der Grenze von Dickdarm und Rektum hat sich ein Sphinkter ausgebildet, der durch Umbildung der kräftigen Ringmuskulatur zustande kommt. Wie man leicht erkennen kann, setzt sich nämlich sowohl der dorsale wie der ventrale Teil der „Ringmuskulatur" in Muskelstämme fort, die vom Darm in transversaler Richtung zur äusseren Cuticula ziehen. Ferner sieht man jederseits an der am weitesten distal gelegenen Partie des Rektums (also dort, wo ventrale und dorsale Partie sich in einem scharfen Knick treffen), Muskelfibrillen an die Intima ansetzen und zwischen den beiden dorsalen und ventralen Ringmuskelschichten ebenfalls zur äusseren Cuticula ziehen. Die beschriebene Sphinkter-Muskulatur wird also bei der Kontraktion das Rektum an dieser Stelle in transversaler Richtung auseinander ziehen und somit verschliessen.

Die Längsmuskulatur, die dem Epithel wieder dicht aufliegt, ist stärker als in den anderen Partien des Enddarmes entwickelt. Das Epithel weist keine Besonderheiten auf. Es ist etwa 20—27 μ hoch und hat etwa 7 μ grosse Kerne. Die Basalmembran ist an der Ansatzstelle der Sphinkter-Muskulatur verstärkt, während sie sonst kaum zu erkennen ist. Ihre Stärke beträgt etwa 0,1 μ.

Ganz entsprechend ist auch die basophile (H.) Intima an der Ansatzstelle der Muskulatur bis zu 5,4 μ verstärkt. Zwischen beiden Membranen, Intima und Basalmembran, sieht man in der Richtung der Muskelfasern deutlich erkennbare Fädchen ziehen, die entweder als verstärkte Linomfäden oder als Muskelfibrillen gedeutet werden müssen.

Das caudale Ende des Rektums unterscheidet sich vom Sphinkter-Abschnitt nur dadurch, dass die Muskulatur, vor allem die Ringmuskulatur, stärker entwickelt ist. Bei der Ringmuskulatur kann man drei übereinander liegende Lagen erkennen, die zusammen eine Stärke von 14—26 μ erreichen. Auch die Längsmuskulatur ist stärker entwickelt.

Die Höhe der Zellen schwankt sehr. Während sie anfangs noch 19 μ hoch sind, fallen sie zum caudalen Ende ab und gehen allmählich in die niedrigen Matrix-Zellen der äusseren Cuticula über. Im äussersten caudalen Abschnitt stehen die Principalachsen der Epithelzellen auch nicht mehr senkrecht zur Epitheloberfläche, sondern neigen sich caudad.

Auch die Intima wird zum caudalen Körperpole stärker, indem sie allmählich in die äussere Cuticula übergeht.

Das Rektum der Larve von Lasius flavus (Fabr.) (Karawaiew) scheint sich von dem der Andricus-Larve nur durch seine grössere Ausdehnung zu unterscheiden. Eine Sphinkter-Einrichtung beschreibt Karawaiew nicht.

Ein „zweiter Sphinkter" zwischen Dünndarm und Rektum wird von Deegener bei der Larve von Cybister und von Mc. Dunnough bei der Imago von Chrysopa perla beschrieben. In beiden Fällen handelt es sich aber nur um eine verstärkte Ringmuskulatur.

Literaturverzeichnis.

(Die Nummern des Literaturverzeichnisses entsprechen den Zahlen hinter den Autornamen im Text).

1. Berlese, Antonio: Osservatione su fenomeni che avengono durante la ninfosi degli insetti metabolici. Riv. Patologia vegetale V. 9. p. 177—345.
2. Beyerinck, M. W. 1882: Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. Amsterdam (Separatdruck). Verh. Akadem. d. Wissensch. Amsterdam 1882.
3. Bouché, 1834: Naturgeschichte der Insekten besonders in Hinsicht ihrer ersten Zustände als Larven und Puppen. Berlin 1834.
4. Braun, Max 1912: Das Mitteldarmepithel der Insektenlarven während der Häutung. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. 103 Heft 1. 1912.
5. Cameron, P. 1891: Monograph of the British Phitophagous-Hymenoptera. London 1891 Vol. IV.
6. Christ, 1791: Naturgeschichte der Insekten 1791.
7. Dalla Torre (K. W.) und Kieffer (J. J.): Cynipidae. Tierreich Bd. 24. Herausgegeben von F. E. Schulze 1910.
8. Deegener, Paul: Beiträge zur Kenntnis der Darmsekretion. I. Teil: Deilephila euphorbiae L. Arch. f. Naturg. Jahrg. 75. 1. Bd. 1. Heft 1909. II. Teil: Macrodytes (Dytiscus) circumcinctus Ahr ibid. Jahrg. 76, 1. Bd. 2. Heft 1910.
9. Mc. Dunnough, James: Ueber den Bau des Darms und seiner Anhänge von Chrysopa perla L. Arch. f. Naturg. Jahrg. 75. 1. Bd. 3. Heft 1909.
10. Eckstein, Karl 1891: Pflanzengallen und Gallentiere. Leipzig 1891.
11. Giraud, J. 1859: Espèces nouvelles de Cynipides et de leurs Galles. Verh. d. Zool.-bot. Ges. in Wien. IX. Bd. 1859.
12. Hartwig, W. 1912: Beiträge zur Kenntnis der Larve von Pyrochroa coccinea L. Inaug.-Diss. Berlin 1912.

13. Harms, Bruno 1912: Untersuchungen über die Larve von Ctenocephalus canis Curtis. Arch. f. mikr. Anatomie Bd. 80 Abt. I. 1912.
14. Henneguy, L. Felix 1904: Les Insectes. Paris 1904.
15. Karawaiew, W. 1898: Die nachembryonale Entwickelung von Lasius flavus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 64. 1898.
16. Kessler, H. F. 1895: Die Entwicklungs- und Lebensgeschichte der Gallwespe Cynips calycis Brgsd, Kassel 1895.
17. Kieffer, J. J. 1902/5: Les Cynipides. André, Spécies d'hymenoptères d'Europe et d'Algérie. t. 7. 1905, t. 7bis 1902.
18. Krüger, Erich 1910: Beiträge zur Anatomie und Biologie des Claviger testaceus Preyssel. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 95. 1910.
19. Malpighi, M.: De gallis in: Opera ommnia sive thesaurus locupletissimus botanico-medico-anatomicus, I.
20. Marilaun, Kerner v.: Pflanzenleben II. Teil. Leipzig und Wien.
21. Ratzeburg, 1844: Forstinsekten III.
22. — Entwickelung der fusslosen Hymenopteren-Larven. Nova Acta Physico-Medico Akademiae Caesariae Leopoldino-Carolinae. Naturae curiosorum Bd. XVI. 1.
23. Réaumur, 1737: Histoire naturelle des insectes III. 1737.
24. Reinhard, D. 1865: Zur Entwickelungsgeschichte des Tracheensystems der Hymenopteren (Aulax). Deutsch. Ent. Zeitschr. p. 187. 1865.
25. Rengel, C. 1903: Ueber den Zusammenhang von Mitteldarm und Enddarm bei den Larven der aculeaten Hymenopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 75, 2. 1903.
26. Riedel, Max 1910: Gallen und Gallwespen 2. Aufl. Stuttgart 1910.
27. Rössig, Heinrich 1904: Von welchen Organen der Gallwespenlarven geht der Reiz zur Bildung der Pflanzengalle aus? Zool. Jahrb. Abt. Syst. Bd. 20. 1904.
28. Schulze, F. E. 1808: Proximal und distal. Zool. Anz. Bd. 33. 1908.
29. Seurat, L. G.: Sur le développement post-embryonnaire des Braconides, Bull. Mus. Hist. nat. Paris V. 4. No. 6.
30. Weissenberg, Richard 1909: Zur Biologie und Morphologie endoparasitisch lebender Hymenopterenlarven. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin. 1909.

Lebenslauf.

Ich, Otto Bullrich, evangelischer Konfession, wurde am 15. Dezember 1887 als Sohn des Kaufmanns Otto Bullrich und seiner Ehefrau Emma, geb. Küchler zu Teupitz, Kr. Teltow, geboren. Ich besuchte das Sophien-Realgymnasium zu Berlin, das ich mit dem Zeugnis der Reife Michaelis 1908 verliess.

Von Michaelis 1908 ab studierte ich Naturwissenschaften, besonders Zoologie und Chemie, und zwar von Michaelis 1908 bis Ostern 1911 und von Ostern 1912 bis jetzt in Berlin und in der Zwischenzeit, Ostern 1911 bis Ostern 1912, in Jena.

Ich besuchte die Vorlesungen und Kurse folgender Herren Dozenten: von Bardeleben, Bauch, Benecke, Branca, Brauer, Deegener, Dessoir, Detmer, von Eggeling, E. Fischer, Fr. Fischer, Fock, Frischeisen-Köhler, Hase, Hertwig, Heymons, van 't Hoff, Knopp, Knorr, Liebisch, Magnus, Plate, Riehl, Röthe, F. E. Schulze, Schur, Schwendener, Stahl, Stock, Virchow und Wien.

Die Promotionsprüfung habe ich am 31. Juli 1913 bestanden.